02 1992

0 8 6

ТУ-19-241-82

8

3


студия
ДИАФИЛЬМ

07—3—518







КОЛЛОИДНОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА

Диафильм по химии для IX класса









Вещество в различных состояниях



Кроме известных вам твердого, жидкого и газообразного состояний вещества, возможны и другие.









Любое вещество при подходящих условиях может быть переведено в коллоидное состояние. Об этом можно судить по фотографиям, представленным в кадре.





3






Истинные растворы
Низкомолекулярных и ионных соединений
Высокомолекулярных соединений
Величина частиц $<10^{-7}$ см (<1 нм)
Величина частиц $10^{-5}-10^{-7}$ см (1–100 нм)
Гомогенные
Дисперсные системы
Гетерогенные
Грубодисперсные (макро) системы
Тонкодисперсные (микро) системы
Суспензии
Эмульсии
Со свободнодвижущимися частицами (коллоидные растворы, золи)
Со связанными друг с другом частицами (гели, студни)
Величина частиц $10^{-3}-10^{-5}$ см (>100 нм)
Величина частиц $10^{-5}-10^{-7}$ см (<100 нм)
Исторически возникшие понятия «коллоиды», «коллоидные растворы» сохранились, но включены в более широкое понятие—«дисперсные (мелкораздробленные) системы».
4

Классификация дисперсных систем по агрегатным состояниям

Дисперсионная среда	Дисперсная фаза	Обозначение системы	Название системы и примеры
ГАЗ (Г)	Т	Г+Т	Аэрозоли (пыли, дымы, порошки)
	Ж	Г+Ж	Аэрозоли (туманы, облака)
	Г	Г+Г	Коллоидно-дисперсных систем не образуют
ЖИДКОСТЬ (Ж)	Т	Ж+Т	Суспензии и золи; взвеси, пасты, илы
	Ж	Ж+Ж	Эмульсии (природные нефти, кремы, молоко)
	Г	Ж+Г	Газовые эмульсии и пены (флотационные, противопожарные, мыльные)
ТВЕРДОЕ ТЕЛО (Т)	Т	Т+Т	Минералы, сплавы, бетон
	Ж	Т+Ж	Жидкости в пористых телах, почва, древесина, жемчуг
	Г	Т+Г	Пористые тела (твердые пены): адсорбенты и катализаторы в газах, поропласт, сухая древесина, ткани

В дисперсных системах различают дисперсионную среду и дисперсную фазу — в твердом, жидком и газообразном состояниях.

Схема устройства электрофильтра



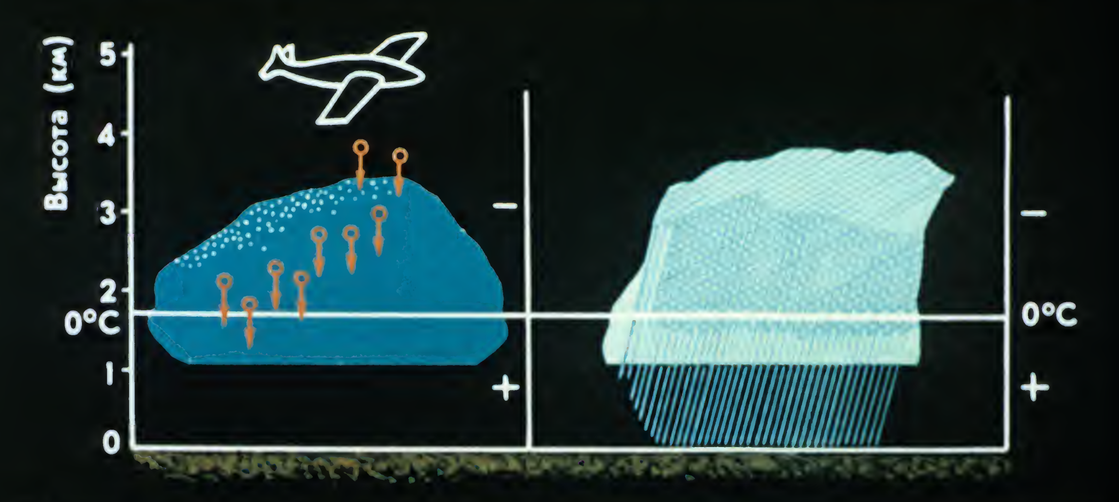
Начнем рассмотрение дисперсных систем с аэрозолей. Аэрозольные частицы проходят через интенсивное электрическое поле и оседают на одном из электродов.

В каком производстве используется электрофильтр?



Аэрозоли используются в сельском хозяйстве.

Облако с верхней частью, переохлажденной ниже нуля градусов



Облако выпадает в виде дождя под влиянием выпускаемых с самолета кристалликов иодида серебра, играющих роль центров кристаллизации воды.

Рассеяние аэрозоля под влиянием одноименной зарядки его частиц



Аэрозоли используются также при дезинфекции и окраске помещений. Частицы аэрозоля оседают не только на полу, но и на стенах и даже на потолке.

Схема флотации

Пенообразователь
Воздух
Полезное ископаемое
Поверхностно-активное вещество
Пустая порода
Воздух
Руда
Лоток для пены

На этом кадре показано разделение порошков полезного ископаемого и пустой породы в жидкой и газообразной среде.

Какие руды требуют обогащения?







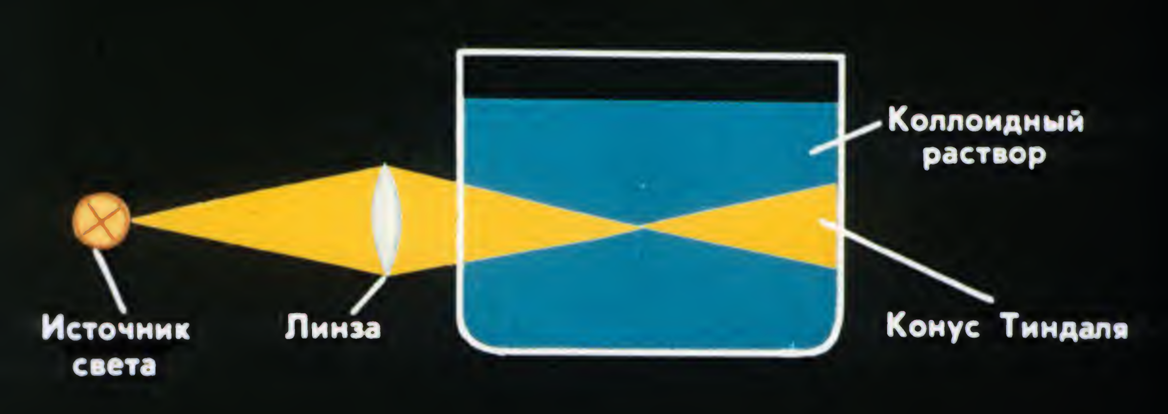
Для коллоидного состояния вещества характерны системы, в которых дисперсионной средой является вода или другая жидкость. В таких системах коллоид выступает в форме золя или геля.

Изменение свойств дисперсных систем в зависимости от степени дисперсности



Коллоидно-дисперсные системы в форме золя обладают рядом особенностей (окраска, каталитическое действие и др.).

Рассеивание коллоидных частиц (эффект Тиндаля)



Для золей характерны определенные оптические свойства. Коллоидные частицы рассеивают свет, тогда как более мелкие частицы являются оптически «пустыми», а более крупные — только отражают свет.



В конусе Тиндаля видны не сами частицы, а светящиеся малые точки. В сочетании с микроскопом эффект Тиндаля лежит в основе работы ультрамикроскопа. С его помощью можно рассмотреть отдельные коллоидные частицы, проследить их движение, аналогичное броуновскому, наблюдаемому в обычный микроскоп.

Грубодисперсные системы	Коллоидные системы	Молекулярно-ионные дисперсные системы
Непрозрачные	Прозрачные	Прозрачные
Не проходят через бумажный фильтр	Не проходят через пергамент	Проходят через пергамент
Видны в обычный микроскоп	Видны в ультрамикроскоп	Не видны в ультрамикроскоп
Неустойчивые (оседают)	Относительно устойчивые	Устойчивые
Мутные (поглощают свет)	Рассеивают свет	Оптически «пустые»
Гетерогенные	Микрогетерогенные	Гомогенные

Рост степени дисперсности →

Уменьшение размеров частиц →

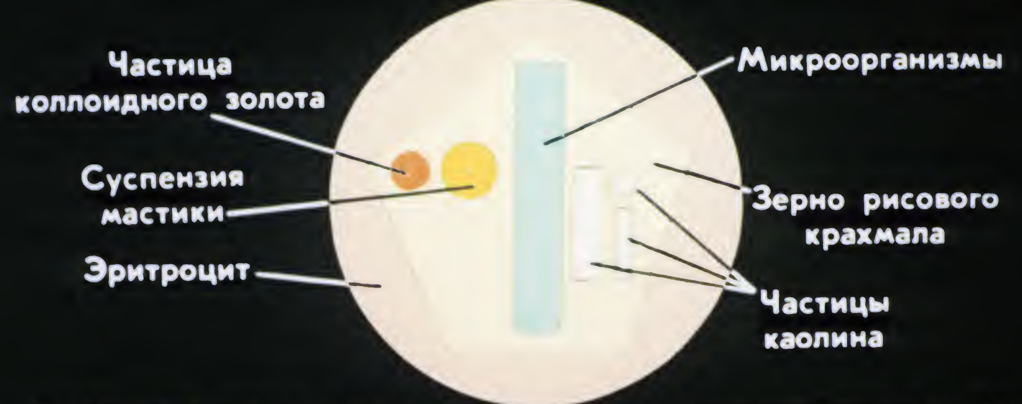
$>10^{-5}$ см	10^{-5}—10^{-7} см	$<10^{-7}$ см

Рост числа атомов в частице →

$>10^{9}$	10^{9}—10^{3}	10^{3}—2

Некоторые свойства различных дисперсных систем (в зависимости от степени дисперсности) представлены в обобщенном виде на схеме. Между этими системами нет резких граней, а существуют постепенные переходы.

Относительные размеры различных частиц



Сравните относительные размеры коллоидной частицы золота и других частиц. Известно, что 1 г Au в виде золя содержит $1{,}2\cdot10^{19}$ частиц. Пользуясь этими данными, рассчитаем, сколько атомов золота образуют одну коллоидную частицу:

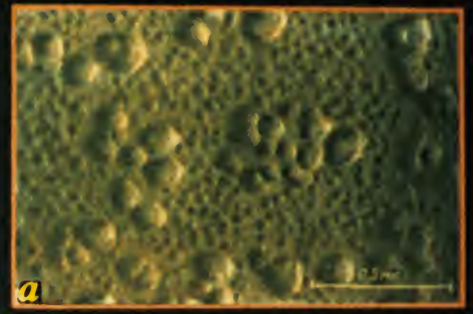
$$\frac{6{,}06\cdot10^{23}}{199{,}97}=3\cdot10^{21}\text{ атомов Au в 1 г;}$$

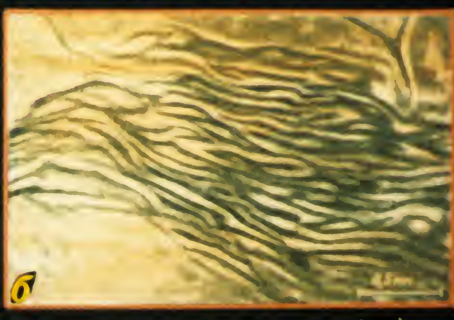
$$\frac{3\cdot10^{21}}{1{,}2\cdot10^{19}}=250\text{ атомов Au.}$$

Беспорядочно расположенные кристаллические зерна металла (увеличено в сотни раз)



Большое значение имеют дисперсные системы, компонентами которых являются твердые тела. К ним принадлежат различные минералы, металлы, сплавы, бетон, пластмассы, волокна, каучуки и другие материалы. От химического состава, величины, формы частиц и характера их взаимодействия зависят свойства различных материалов.



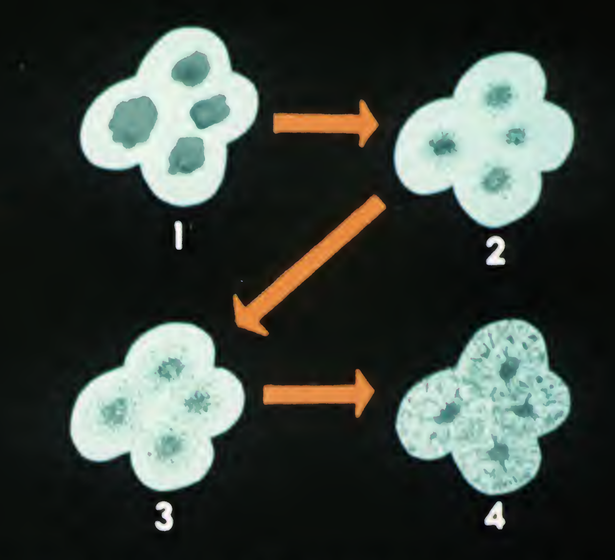


Шарообразные (*а*) и нитевидные (*б*) частицы полимера (полиарилата).



Так, строение бетона и природного конгломерата, состоящих из округленных частиц гравия и гальки, обусловливает их механические свойства.

Превращение цементного теста в камень



На схеме представлены стадии превращения цементного теста в цементный камень. Обратите внимание на третью стадию — образование геля и последнюю — кристаллизацию алюмосиликатов (это придает материалу большую прочность).

Реакции в растворе и в геле

Сплошной осадок Ag_2CrO_4

$AgNO_3$

Водный раствор K_2CrO_4

K_2CrO_4 в желатине

$AgNO_3$

Осадок Ag_2CrO_4 в виде колец

Чашка Петри

$AgNO_3$

Вид сверху через несколько дней

Химические реакции в гелях протекают не так, как в растворе. В этом можно убедиться, проделав опыты по указанной схеме. Из раствора осаждается красно-бурый осадок хромата серебра, тогда как в желатине постепенно образуются окрашенные в такой же цвет кольца, все дальше отстоящие друг от друга.

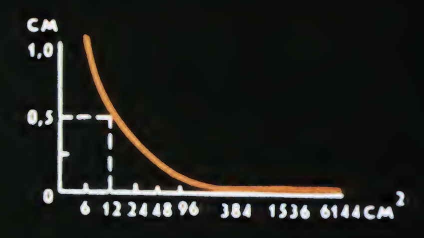


Подобные ритмические кольца можно наблюдать на многих минералах. Особенно отчетливо они видны на агатах.

Дробление (диспергирование) вещества



График зависимости удельной поверхности от размеров частиц



Проследите увеличение суммарной поверхности вещества при его дроблении. Вычислите, сколько кубиков коллоидных размеров можно получить при дроблении 1 куб. см вещества. Определите длину ребра этих кубиков, удельную и суммарную поверхность.

Вспомните, что:

$$\text{удельная поверхность} = \frac{\text{суммарная поверхность}}{\text{длина ребра кубика}}.$$



Увеличение суммарной поверхности при дроблении вещества приводит к росту числа активных частиц.
На рисунках показано, что поверхностный слой частиц обладает избытком свободной энергии по сравнению с энергией в том же объеме внутри тела.

Двойной электрический слой



Частица электронейтральна.

Возникновение диффузного электрического слоя



Частица заряжена отрицательно.

Схема коллоидной мицеллы



Мицелла электронейтральна.

Вещество в коллоидно-дисперсном состоянии отличается определенной устойчивостью, что обусловлено прежде всего наличием на поверхности каждой частицы одноименных электрических зарядов.

Строение коллоидной мицеллы





Частица золя кремниевой кислоты

Золь кремниевой кислоты легко получить, если в раствор силиката натрия влить соляную кислоту, что в упрощенном виде можно записать так:

$$Na_2SiO_3 + 2HCl = H_2SiO_3 + 2NaCl;$$

$$H_2SiO_3 \rightleftharpoons 2H^+ + SiO_3^{2-}.$$



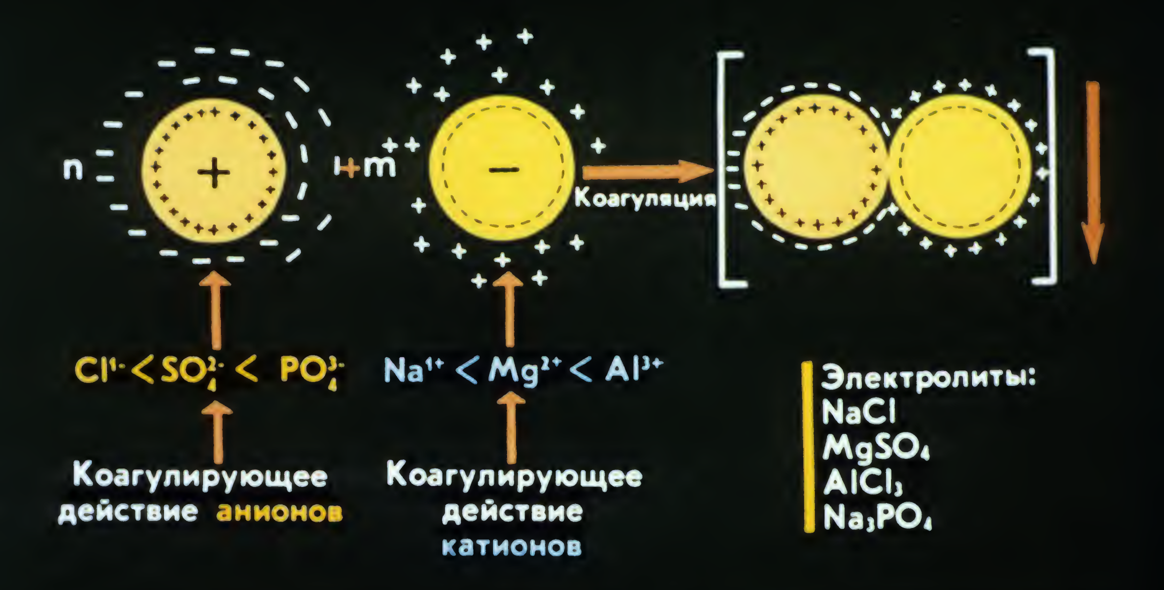
Частица золя гидроксида железа (III)

Золь гидроксида железа (III) получают гидролизом хлорида железа (III): в горячую воду наливают несколько капель крепкого раствора $FeCl_3$ — жидкость становится красной. Происходящие при этом превращения можно представить следующими уравнениями:

$$FeCl_3 + 3HOH \rightleftharpoons Fe(OH)_3 + 3HCl$$

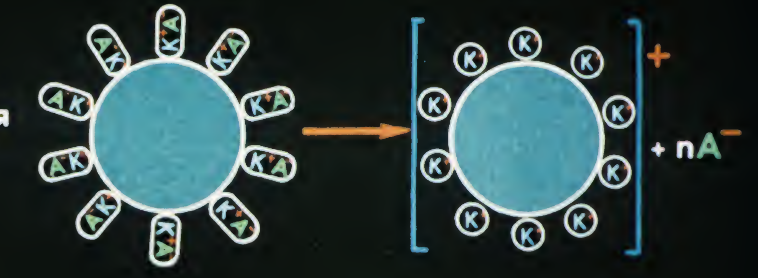
$$Fe(OH)_3 + HCl = FeOCl + 2H_2O$$

$$FeOCl \rightleftharpoons FeO^+ + Cl^-$$

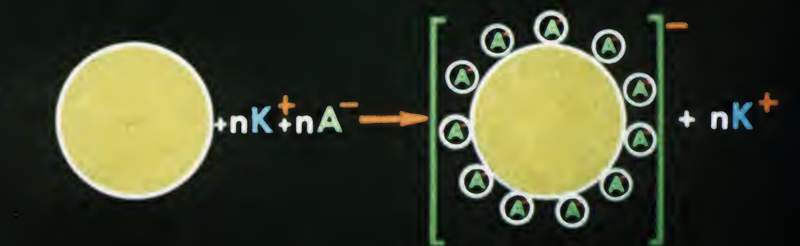


Можно предположить, что при смешении золей, состоящих из противоположно заряженных частиц, произойдет нейтрализация зарядов, частицы укрупнятся и может выпасть осадок (коагуляция). Это подтверждается опытом.

I. Электролитическая диссоциация.

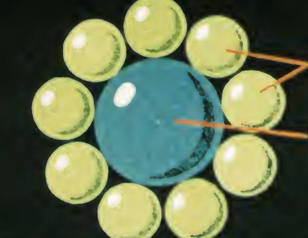


II. Избирательная адсорбция.



Перед вами два пути возникновения электрических зарядов на поверхности коллоидных частиц.

Защитный коллоид



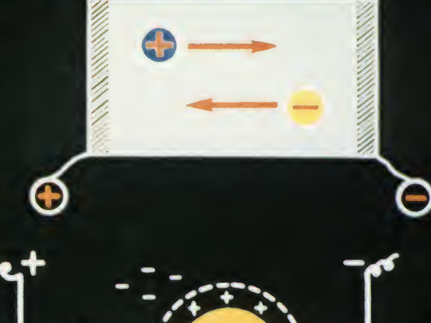
Поведение гидрофобного и гидрофильного коллоидов в электрическом поле



Под действием электрического поля обычный золь коагулирует. Защитный же коллоид, хотя и теряет свой заряд, не коагулирует. Укрупнению частиц препятствует гидрофильная оболочка вокруг коллоидных частиц.

Электрофорез

Простейшая схема движения частиц в электрическом поле.





Коллоидная частица вне электрического поля.

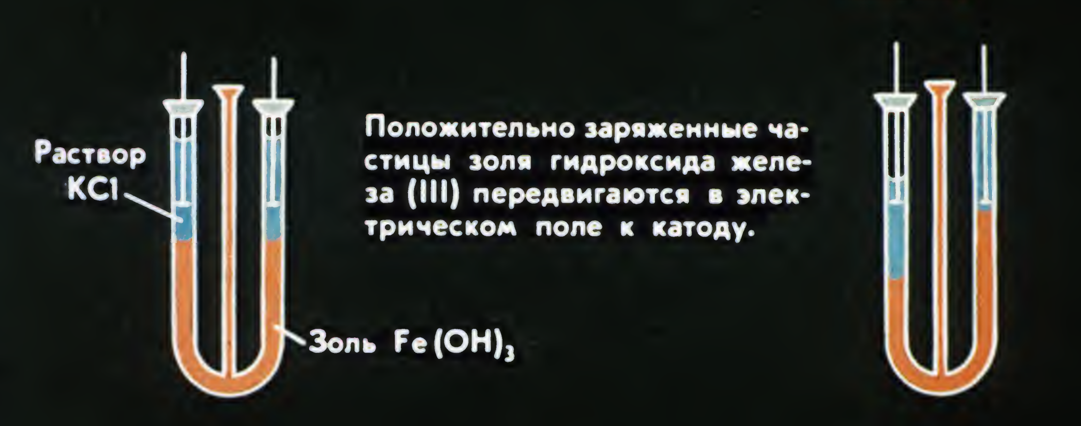


Коллоидная частица в электрическом поле.

Направление движения коллоидной частицы

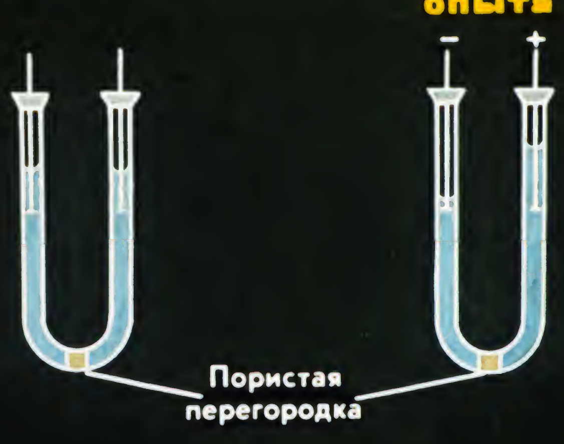
Направление движения противоионов

Доказательством наличия электрических зарядов на поверхности коллоидных частиц служит их передвижение в электрическом поле—электрофорез.

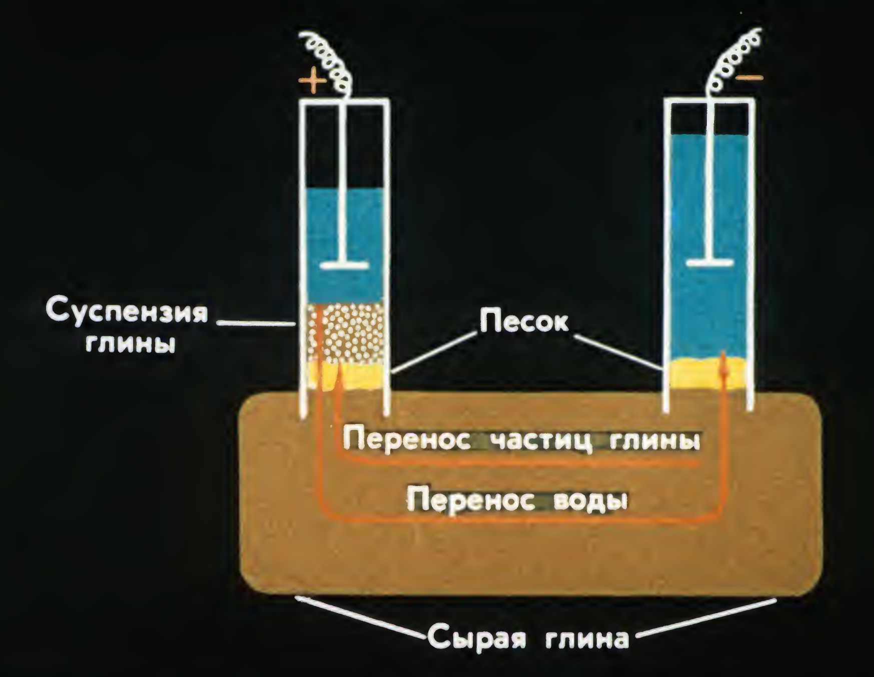


Электрофорез применяют для нанесения защитных покрытий, очистки воды от мелких взвешенных частиц, отделения каолина от примесей, для осаждения дымов и туманов.

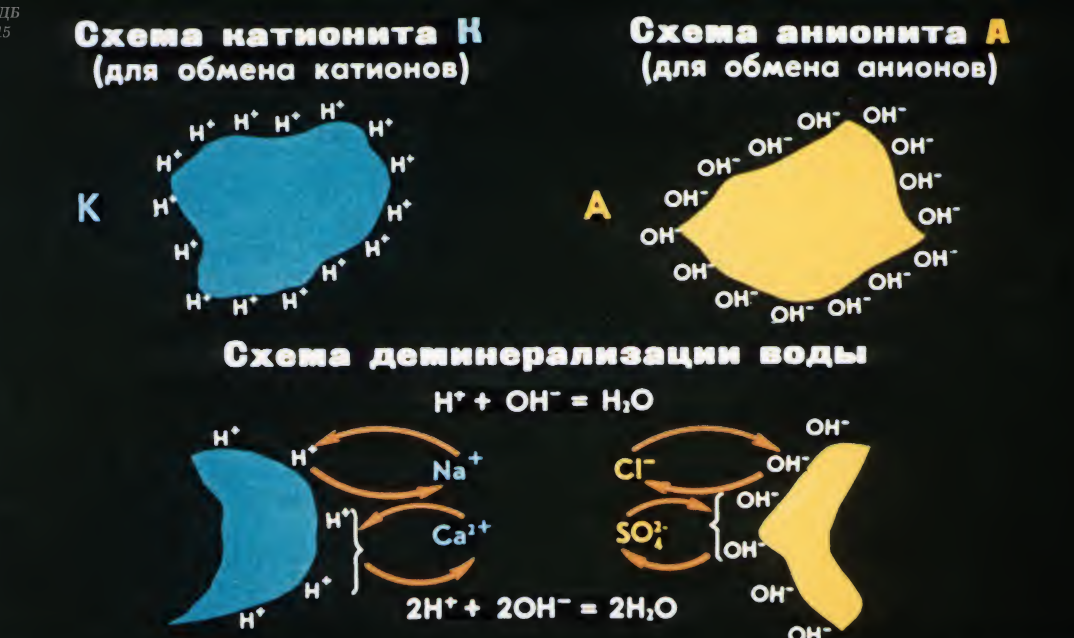
Электроосмос



Можно также наблюдать передвижение жидкости в узкой трубке (и в пористых телах) в электрическом поле к противоположно заряженному электроду—аноду (электроосмос). Этот процесс используется для удаления избытка воды из различных пористых материалов, для обезвоживания торфа, для дубления кожи.

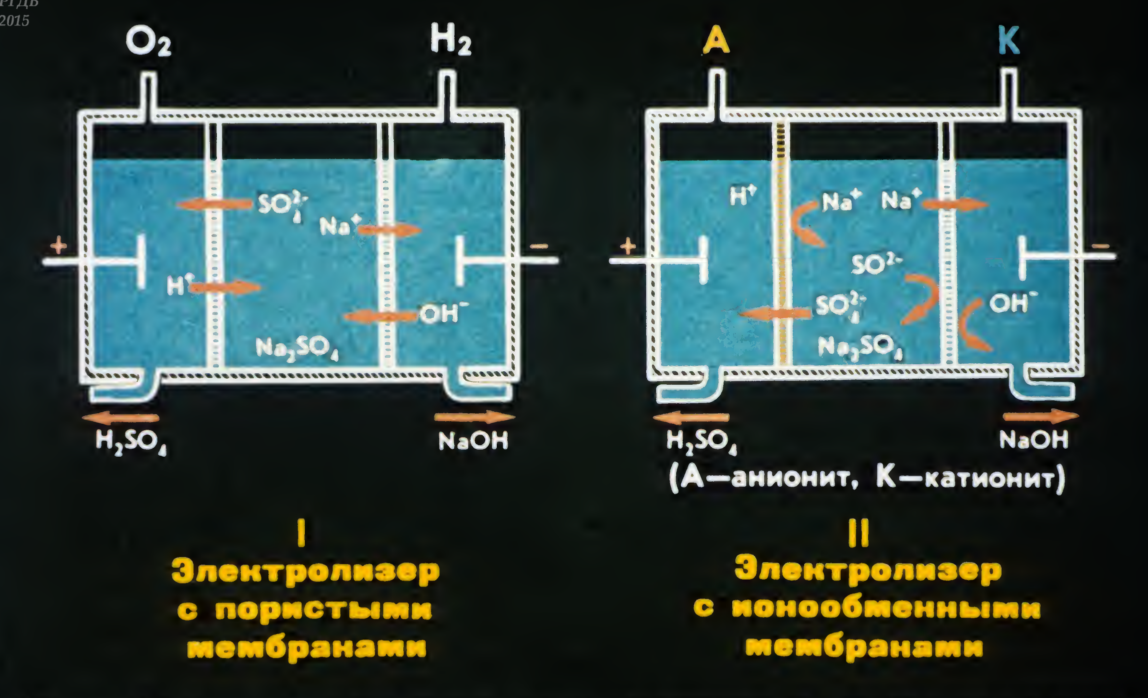


В опыте, осуществленном еще в 1809 году профессором Московского университета Ф. Ф. Рейсом, одновременно происходит передвижение в электрическом поле отрицательно заряженных частиц глины к аноду и поднятие уровня воды у катода.

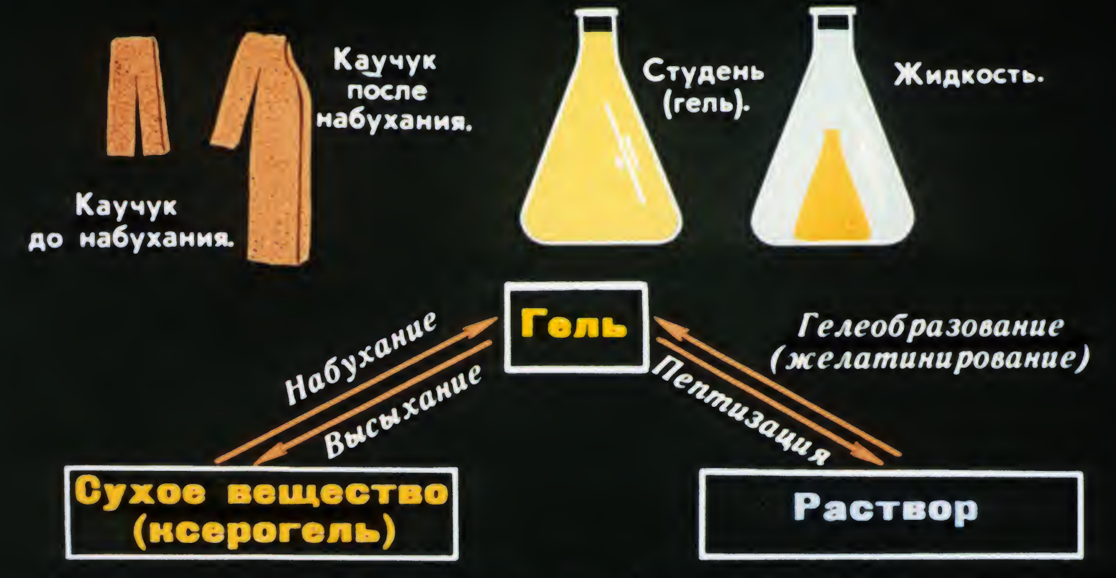


Адсорбированные на коллоидных частицах ионы обладают подвижностью.

Ионообмен играет существенную роль в процессах, происходящих в почве, в организмах растений и животных. Ионообменные смолы используются при деминерализации воды.



Ионообменные мембраны применяются в электролизерах. Выход по току продуктов реакции—H_2SO_4 и NaOH в случае I составляет 20%, а в случае II—90%. *Чем это можно объяснить?*



Высокомолекулярные вещества (крахмал, белок, каучук и др.) образуют дисперсные системы, сходные с коллоидами, но они не дают эффекта Тиндаля, устойчивы к электролитам, их студни (гели) могут переходить самопроизвольно в определенных растворителях в истинные молекулярные растворы.

Схема получения коллоидных систем



Собственно коллоидные растворы (золи) получают не путем простого соприкосновения с растворителем, а в особых условиях. Различают два метода приготовления веществ в коллоидном состоянии: дисперсионный и конденсационный.

Прибор для получения золей путем распыления проволоки в электрической дуге



Золи могут быть получены распылением металлов в электрической дуге. Металл (например, серебро) сначала испаряется (диспергирование), а затем его атомы соединяются в коллоидные частицы (конденсация). Образовавшийся золь серебра неустойчив. Но он становится устойчивым в виде защитного коллоида. Под названием «колларгол» его используют в медицине.





Примером конденсационного способа может служить способ приготовления золя канифоли. Он основан на том, что канифоль легко растворяется в спирте, но нерастворима в воде.

Вата

SO_2

Раствор сероводорода в воде

Образование коллоидного раствора серы

Вата

Золи могут быть получены в результате химических реакций. Так, золь серы в воде образуется при взаимодействии сероводорода с сернистым газом:

$$SO_2 + 2H_2S = 2H_2O + 3S$$

конденсация

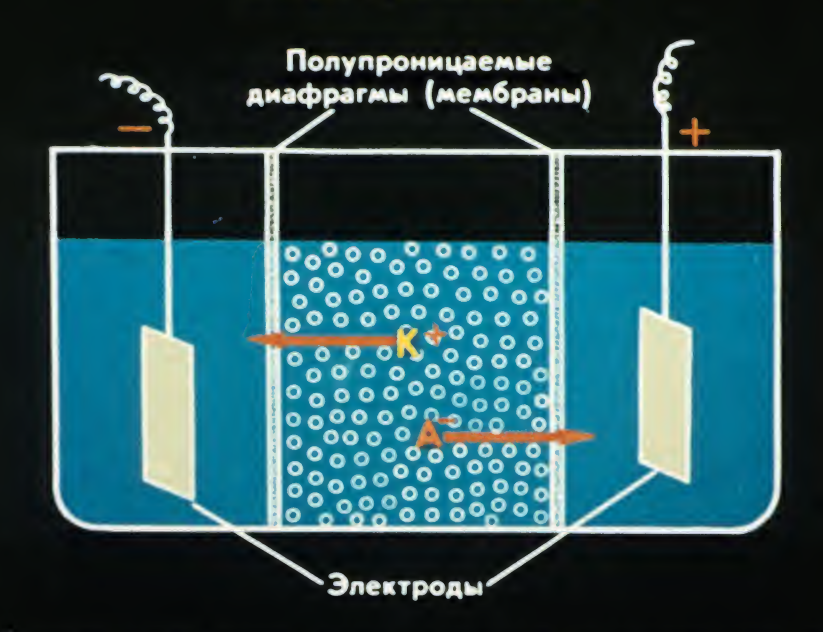
$$\underline{nS \qquad\qquad\qquad Sn}$$

атомы серы — коллоидные частицы серы

Диализ


Золь
с тонкодиспергированным
веществом
Растворитель
с тонкодиспергированным
веществом
Растворитель
Полупроницаемая
мембрана
Очистка коллоидных растворов происходит в диализаторах. Через полупроницаемую диафрагму (мембрану) проходят из жидкости обычные молекулы и ионы, но задерживаются частицы коллоидных размеров, в том числе макромолекулы.
42

Электродиализ



Ускоренное удаление электролитов производят в электродиализаторах. *Чем объяснить ускорение диализа?*

КОНЕЦ



Диафильм создан по программе, утвержденной Министерством просвещения СССР

Автор кандидат педагогических наук **А. Грабецкий**
Художник-оформитель **Т. Гурина**
Редактор **В. Чернина**

103 062, Москва, Старосадский пер., 7
Цветной

Д-090-85